Geologische Beschreibung

der

Ketten von Vellerat und Moutier

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde vorgelegt
der mathematisch-naturwissenschaftlichen
Fakultät der Albert-Ludwigs-Universität
zu Freiburg i. B.

ACAD.
LUDOVIC.
BIBL.

von

Georg Laure Louis Kemmerling
aus Maastricht (Holland)

Hierzu 5 Tafeln, enthaltend 33 Profile.

Hof- und Universitätsbuchdruckerei
C. A. Wagner, Freiburg im Breisgau
1911.

Dekan:
Geh. Hofrat Prof. Dr. Himstedt.

Referent:
Prof. Dr. Deecke.

Meiner Mutter

aus Dankbarkeit gewidmet.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41545323_0100

Inhaltsverzeichnis.

Seite

Literaturverzeichnis 7
Vorwort 9

Stratigraphischer Teil.

I. Jura 11
1. Lias. Allgemeines und Vorkommen 11
a) Unterer Lias 12
b) Mittlerer Lias 12
c) Oberer Lias 12
2. Dogger. Allgemeines und Vorkommen 13
a) Unterer Dogger 14
α) Opalinuston 14
β) Murchisonae—Blagdenischichten 14
b) Mittlerer Dogger 15
α) Unterer Hauptrogenstein 16
β) Homomyenmergel 16
γ) Oberer Hauptrogenstein 16
c) Oberer Dogger 17
α) Variansschichten 17
β) Dalle nacrée; Athletaschichten 17
3. Malm. Allgemeines und Vorkommen 17
a) Oxford 17
α) Renggerischichten 19
β) Terrain à Chailles 19
b) Rauracien 20
α) Unterer Korallenkalk 20
β) Mittlerer Korallenkalk 21
γ) Oberer Korallenkalk 21
c) Sequan 22
α) Naticaschichten 23
β) Humeralisschichten 23
γ) St. Verenaschichten 24
d) Kimmeridge 24
α) Unterer Kimmeridge 24
β) Pterocerasmergel 24
γ) Oberer Kimmeridge 25
e) Portland 25

Seite

II. Tertiär 25
Allgemeines und Vorkommen 25
1. Eocän 25
a) Bohnerzformation 25
b) Oberer Eocäner Süßwasserkalk 26
c) Gompholith 26
2. Oligocän 26
a) Molasse Alsacienne 26
b) Marnocalcaire inférieur 26
c) Calcaires délémontiens 27

Anhang 27
Schottervorkommen 27
Lehmschicht 27

Tektonik 28
Allgemeines 28
Die Velleratkette 28
Die Kette von Moutier 32
Zusammenfassung 35
Tektonik der Ketten 35
Entstehung der Falten 35
Entstehung der Klusen 35
Alter der Jurafaltung 40

Literaturverzeichnis.

1. Buxtorf A., Über den Gebirgsbau des Clos du Doubs und der Velleratkette im Berner Jura. (Sonderabdr. aus den Berichten über die 42. Versamml. d. Oberrhein. geol. Vereins. 1909.)
2. — Zur Tektonik des Kettenjuras. (Sonderabdr. aus den Berichten über d. XXXI. Versamml. d. Oberrhein. geol. Vereins zu Lindau. 1907.)
3. — Geologische Beschreibung des Weißenstein-Tunnels und seiner Umgebung. 1907. Beitr. geol. Karte Schweiz. XXI.
4. Fleury E., Tertiaire du Vallon de Soulce. Eclogae Geologicae Helvetiae Bd. XI, No. 3. 1910.
5. Greppin Ed., Über den Parallelismus der Malmschichten im Juragebirge. (Verh. d. Naturf. Gesellsch. in Basel, Bd. XII, Heft 3.)
6. Greppin J., Matériaux pour la carte géologique de la Suisse: Jura Bernois et Districts adjacents (1870).
7. Jenny Fr., Das Birstal. Ein Beitrag zur Kenntnis der Talbildung im Faltengebirge.
8. Koby T., Notice Stratigraphique sur l'oxfordien dans la partie septentrionale du Jura Bernois. (Abh. d. Schweiz. Palaeont. Ges., Bd. XXVI. 1899.)
9. — Etude stratigraphique des couches rauraciennes supérieures du Jura Bernois. (Abh. d. Schweiz. Palaeont. Ges., Bd. XIX. 1892.)
10. Mathey F., Coupe géologique des Tunnels du Doubs. (Denkschrift der Schweiz. Naturf. Ges., Bd. XXIX. 1883.)
11. Mühlberg F., Zur Tektonik des Nordschweizerischen Kettenjura. (Sep.-Abdr. Neues Jahrb. für Mineral. etc. B.-B., Bd. XVII. 1903.)
12. Mühlberg M., Vorläufige Mitteilungen über die Stratigraphie des Braunen Juras im Nordschweizerischen Juragebirge. (Eclogae Geologiae Helvetiae, Bd. VI. 1899—1900.)
13. Quiquerez A., Recueil d'Observations sur le Terrain sidérolitique dans le Jura Bernois.
14. Rollier L., Matériaux pour la carte géologique de la Suisse: Jura Bernois et régions adjacentes. Bd. 8a. Premier supplément. 1893.
15. — Deuxième supplément. 1898. Bd. 8b.
16. Steinmann G., Bemerkungen über die tektonischen Beziehungen der oberrheinischen Tiefebene zu dem nordschweizerischen Kettenjura. Bericht d. Naturf. Ges. Freiburg i. B., Bd. VI, Heft 4.

17. Thurmann J., Essai sur les Soulèvements jurassiques de Porrentruy. 1832.
18. — Etallon A., Lethaea Bruntrutana. Etudes paléontologiques et stratigraphiques sur le „Jura Bernois". 1862.
19. Tobler A., Tabellarische Zusammenstellung der Schichtenfolge in der Umgebung von Basel.

Karten.

Rollier L., Carte tectonique des Environs de Moutier. 1 : 25 000.
— Carte tectonique des Environs de Bellelay. 1 : 25 000.

Vorwort.

Vorliegende Arbeit ist ein Versuch, ein Stück Faltenjura, welches zwischen den Klusen von Delsberg—Moutier und von Glovelier—Undervelier—Gorges de Pichoux gelegen ist, geologisch aufzunehmen und seine tektonischen Verhältnisse zu schildern. Die zwei Jurafalten, welche in diesem Gebiet auftreten, sind in der Literatur bekannt als Kette von Vellerat oder Montkette und als Kette von Moutier oder Raimeuxkette, und zwar ist die erstgenannte die nördlichere. Die Velleratkette schließt das tertiäre Becken von Delsberg nach Süden ab, die Moutierkette begrenzt die beiden Tertiärbecken von Moutier und Souboz nach Norden. Zwischen beiden befindet sich das Tertiärbecken von Soulce. Dieses letztere keilt nach Osten gegen Saulcy, nach Westen gegen La Combe aus.

Schon seit vielen Jahren arbeiten die verschiedensten Geologen im Berner Jura, und es ist der Mühe dieser meiner Vorgänger zu verdanken, daß wir heutzutage mit mehr Sicherheit an die Lösung von stratigraphischen und tektonischen Fragen herantreten können. Schon THURMANN[1] hat versucht, die Bildung des Faltenjuras zu erklären und hat dazu die Faltung nach ihrer Intensität in vier Ordnungen eingeteilt:

Wenn bei der Faltung nur Malm Flanken und Kern der Sättel bildet, so nennt er diese 1. Ordnung, wenn im Kern Bathonien heraustritt, 2. Ordnung, beim Sichtbarwerden von Lias und Keuper 3. Ordnung und 4., sobald Anhydritgruppe als Gewölbekern nachweisbar wird. Als Beispiel 1. Ordnung führt er die Gorgen zwischen Moutier und Roche, sowie zwischen Undervelier und Forges d'Undervelier an. Die Velleratkette gehört für ihn zur 2. Ordnung. Die

[1] Essai sur les Soulèvemens jurassiques du Porrentruy. 1832. Pl. 1, 2, 3.

Raimeuxkette, in der bei Roche und Coulou Lias und Keuper zutage treten, ist 3. Ordnung; die 4. fehlt in diesem Gebiete.

Diese Auffassung des Gebirgsbaues des Berner Juras ist lange bestehen geblieben, u. a. gibt L. Rollier in den Beiträgen zur geologischen Karte der Schweiz, Bd. 8, 1. Suppl., dieselben Profile zur Erklärung der Ketten von Vellerat und Moutier. Nur F. Mathey hat in einer Arbeit „Coupes géologiques des tunnels du Doubs" (Denkschrift der Schweiz. Naturf. Ges. Bd. XXIX, 1883) darauf aufmerksam gemacht, daß er während der Tunnelbohrung im Clos du Doubs beobachtete, wie Dogger und Malm nicht immer das gleiche Einfallen besitzen und die Mächtigkeit der Oxfordschichten deshalb großen Schwankungen unterworfen ist. Mathey sprach die Meinung aus, daß diese Unregelmäßigkeiten am Clos du Doubs keine vereinzelten Fälle wären, sondern wahrscheinlich bei Gelegenheit auch anderswo ausfindig zu machen seien und versuchte eine Erklärung zu geben. Seiner Auffassung nach wären die flache Lagerung des Malms im Scheitel des Gewölbes und die Steil- und Knickzonen an den Gewölbeschenkeln lediglich Erscheinungen, die sich erst nach der Faltung, selbst noch während der Quartärzeit langsam herausgebildet hätten. Die Ursache dieser Sackungserscheinungen wäre der Druck der Rauracien — Kimmeridgemassen — auf die unterliegenden tonigen Schichten des Oxfords nach der Faltung.

Endlich hat A. Buxtorf in einer Arbeit, betitelt „Über den Gebirgsbau des Clos du Doubs und der Velleratkette im Berner Jura" (Bericht zur Versamml. d. Oberrhein. geol. Vereins 1909) sich über die Abweichungen in dem Gebirgsbau des Kettenjuras geäußert. Er bemerkt:

1. Was den Clos du Doubs betrifft: „Die Überschiebung zieht lediglich das Oxford und sein Hangendes in Mitleidenschaft, die älteren Schichten vom oberen Dogger abwärts dagegen werden von dieser Störung nicht berührt."

2. Was die Velleratkette anbelangt: „Die bei Choindez erkennbare Doppelung des Doggerkerns erlischt im Oxford, der Rauracienbogen darüber ist ungebrochen. Anderseits wird der Doggerkern von allen Störungen, die im Malm-Nordschenkel so klar erkannt werden können, nicht betroffen. An diesen Störungen beteiligen sich nur das Oxford und sein Hangendes."

3. meint der Verfasser gegen Mathey, daß die unregelmäßige Faltung im Malmschenkel nicht nach der Faltung, sondern gleichzeitig mit der Jurafaltung entstanden sei.

Durch Herrn Prof. Deecke dazu angeregt, einige Profile nach der geologischen Karte von Rollier (Environs de Moutier) zu zeichnen, ergab sich mir alsbald, daß man mit einem einfachen Faltenwurf nicht auskommt und daß wahrscheinlich die Ketten von Vellerat und Moutier mehr tektonische Elemente aufweisen, als man bisher angenommen hat. Im Sommer und Herbst 1910 und während der Osterferien 1911 habe ich dann die vorher erwähnten Ketten genauer geologisch aufgenommen und werde die Resultate im folgenden mitteilen. Die Bearbeitung des gesammelten Materials ist im geologischen Institut der Albert-Ludwigs-Universität zu Freiburg i. B. ausgeführt worden, wo sich auch die Belegstücke zu meinen Untersuchungen befinden.

Es sei mir hier gestattet, Herrn Prof. Deecke meinen herzlichsten Dank für mannigfachen Rat im Felde und bei der Bearbeitung des Materials und der Karte auszusprechen.

Stratigraphischer Teil.

I. Jura.

An der Bildung der Jurafalten von Vellerat, Frenois und Moutier beteiligen sich, insoweit wir dieselben an der Oberfläche nachweisen können, Lias, Dogger, Malm, Tertiär und Quartär. Ich will hier nicht etwa eine detaillierte Beschreibung dieser Schichten geben, sondern nur die allgemeine Beschaffenheit der einzelnen Unterabteilungen anführen und verweise in Betreff der Einzelheiten auf die eben genannten Arbeiten von Thurmann und Etallon, J. Greppin, Rollier und Mühlberg.

Lias.

In der Kette von Moutier läßt sich das Vorkommen von Lias zweimal konstatieren: einmal in der Gegend von Roche im Birstal, dann in der Kluse von Le Coulou. Zwar konnte ich unterhalb Hautes Roches im Bach die typischen Liasversteinerungen sammeln und selbst die Gryphäenbänke des unteren Lias anstehen sehen, aber in Le Coulou war es unmöglich, irgendwo diese Schichten aufgeschlossen nachzuweisen. Nur die Orographie, das Auftreten eines

scharfen Rückens, der beiderseitig von Opalinustonen begrenzt wurde, und das Auftreten von Liasbruchstücken in der Umgebung dieses Rückens erlauben die Annahme, daß Lias wirklich zutage tritt. Rollier erwähnt auch noch Keuper unterhalb Hautes Roches, wovon jetzt nichts mehr zu sehen war. Die Mächtigkeit des Lias ist etwa 30—35 m. Derselbe ist zusammengesetzt aus dunkelgefärbten Kalken und dunklen, schiefrigen Mergeln. Die untere Grenze war nicht wahrzunehmen, nur von den Gryphitenkalken an konnte ich mit einiger Sicherheit den Lias verfolgen.

Die Gryphitenkalke sind schwarzblaue Kalkbänke mit *Gryphaea arcuata* Lmk. Zwischen den einzelnen Kalkbänken kommen dünne Mergellagen vor. Das frische Gestein zeigt graublaue Farbe, das verwitterte eine bräunlichgelbe äußere Schicht. Die Struktur der Kalke ist meist spätig, zuweilen sandig. In diesen Bänken stellen sich hin und wieder bläuliche Kieselkonkretionen ein, auch sind die Schalen der Gryphäen mehr oder weniger verkieselt. Den Abschluß nach dem mittleren Lias bildet eine grobkörnige Kalksandsteinbank mit groben Quarzkörnern, die durch ein kalkiges Zement zu einem weißgrauen, zuckerkörnigen Sandstein verkittet sind. Die häufigsten Versteinerungen aus dem unteren Lias sind:

Spiriferina Walcotti Sow.
Pecten glaber d'Orb.
Lima gigantea Sow.
Arietites Bucklandi Sow.
Pecten textorius Schloth.
Nautilus aratus Schloth.
Terebratula quinqueplicata Ziet.
Gryphaea arcuata Lam.
Gryphaea obliqua Goldf.
Myacites liasinus Qu.

Der mittlere Lias besteht zu unterst aus feinspätigen Kalken, die erst nach oben dichter werden und dann unter Einschaltung von Mergeln in Knollenlagen zerfallen. Ich sammelte in diesen Schichten:

Pholadomya ambigua Ag.
Zeilleria numismalis Lam.
Gryphaea obliqua Goldf.
Rhizocorallium-ähnliche Gebilde
Belemnites paxillosus Schloth.

Der obere Lias war wiederum von mächtigen Schuttmassen bedeckt, nur die Jurensismergel zum Teil sichtbar als meist dunkelgraue Kalke und Tone, an deren oberen Grenze Kalkknollen auftreten. Sie führen massenhaft Belemniten. Die Grenze zu den Opalinustonen ist ziemlich scharf markiert, Kalkknollen und Fossilien fehlen. Der Kalkgehalt tritt zurück, und aus den Mergeln ent-

wickeln sich die typischen grauschwarzen dünnblättrigen geschieferten Opalinustone.

Der braune Jura oder Dogger.

(l'Oolithique nach Greppin und Rollier.)

Bei der Einteilung des Doggers habe ich mich der besseren Übersicht halber an die Haupt-Dreiteilung in oberen, mittleren und unteren Dogger gehalten. Dagegen ist die Untereinteilung in Stufen von der Rollierschen verschieden und habe ich mich mehr derjenigen von M. Mühlberg[1] und Tobler[2] angepaßt. Ich unterscheide deshalb ebenso wie Buxtorf[3] im Dogger folgende acht Unterabteilungen:

	Buxtorf	Rollier	Tobler	M. Mühlberg
Unterer Dogger	1. Opalinuston 2. Murchisonae 2 M. Concavus 2 C. Sowerbyi 2 S. 3. Sauzeischichten Neutrale Zone 4. Humphriesi-schichten 5. Blagdeni-schichten	Lias supérieur Dogger inférieur (Bajocien)	Aalenien (1. 2. M.) Bajocien (2 C. 2 S. 3. 4. 5.)	Unterer Dogger 1. 2. Mittlerer Dogger 3. 4. 5.
Mittlerer Dogger	6. Unterer Hauptrogenstein Homomyenmergel Oberer Hauptrogenstein	Dogger moyen (Vesulien und Bathonien)	Bathonien 6. 7.	Oberer Dogger 6. 7.
Oberer Dogger	7. Spinosa Variansschichten 8. Callovien (Macrocephalen-Athletaschichten)	Dogger supérieur	Callovien 8.	Unterer Malm Kelloway 8.

[1] Siehe Literaturverzeichnis, lfde. Nr. 12.
[2] Siehe Literaturverzeichnis, lfde. Nr. 19.
[3] Siehe Literaturverzeichnis, lfde. Nr. 3.

Wie aus vorstehender Tabelle ersichtlich, finden wir bei den verschiedenen Autoren eine verschiedene Haupteinteilung des Braunen Juras. Es ist dies an sich nicht so verwunderlich, da die Grenzen der einzelnen Abteilungen oft schon auf geringe Entfernung schwanken. Zwar weisen einzelne Schichten große Konstanz in der Verbreitung auf, andere dagegen ändern ihre Beschaffenheit vielmals.

Der untere Dogger.

Als Hangendes des oberen Lias nehme ich wie allgemein die Opalinustone an. Nur Rollier rechnet sie mit zum Lias supérieur und benennt sie Aalénien inférieur. Der *Opalinuston* ist petrographisch ein ziemlich homogenes Gebilde, vorwiegend bestehend aus grauschwarzen, meist Glimmer führenden schiefrigen Tonen, arm an Fossilien. Ihre oberste Grenze ist durch eine charakteristische Kalk-Knollenlage gekennzeichnet. Ihre Mächtigkeit beträgt ungefähr 55 m, scheint also zu variieren, da Mathey im Tunnel de la Croix 120 m und im Tunnel Glovelier 60—70 m fand, Rollier und Greppin 30—40 m beobachteten. Die Opalinustone sind gut aufgeschlossen in Le Coulou, wo wie gewöhnlich durch Rutschungen das Liegende mit ihnen überdeckt ist.

Die *Murchisonae-Blagdeni-Schichten* fangen mit einer spätigen, eisenschüssigen, in frischem Zustande hellgrauen, angewittert rostbraunen Kalkbank an, in welcher der leitende Ammonit in fast glatter oder sehr grob-gerippter Varietät auftritt. Über dieser sandigen Kalkbank folgt eine rote bis rötlich-violette, welche von braunem Eisenoolith erfüllt ist. Nach oben wird das Gestein mergelig und gleichzeitig immer weniger oolithisch. Die Mächtigkeit der Zone beträgt 15 m. Folgende Versteinerungen stammen aus dieser Zone:

Ludwigia Murchisonae acutus Qu.
Ludwigia Murchisonae obtusus Qu.
Nautilus lineatus Sow.
Terebratula Eudesi Opp.
Pecten pumilus Lam.
— *disciformis* Schübl.
— *textorius* Schloth.

Aufschlüsse:

Le Coulou und La Creux Geline.

Früher wurden bei Forges d'Undervelier die Eisenoolithe sicherlich mittels Stollen bergmännisch gewonnen und in den Hütten daselbst verwertet.

Die Sowerbyi-, Sauzei- und *Humphriesischichten* sind nicht gut aufgeschlossen, da der Gehängeschutt des mittleren Doggers sie meistens der Beobachtung entzieht. Rollier erwähnt ein Vorkommen graublauer Kalke, zum Teil sandig und eisenschüssig, in der Nähe von Roche, wo er *Sonninia Sowerbyi* Mill., *Pholadomya fidicula* Sow. etc. fand. Es ist also ein erheblicher Faciswechsel von Murchisonae- bis Humphriesischichten nicht zu konstatieren. Wir treffen immer nur graue Kalke, Mergel und Eisenoolithe in Wechsellagerung an. Eingehend beschreibt M. Mühlberg[1] diese Erscheinungen.

Den Übergang aus dem unteren Dogger zum Haupt-Oolith bilden die *Blagdenischichten*, welche an mehreren Stellen aufgeschlossen sind, u. a. in Le Coulou, Gorges d'Undervelier, Forêt des vieux Ponts (Velleratkette), Gorges de Moutier (Roche, Choindez). Sie sind in typischer Ausbildung als mächtige graue Sandkalke und sandige Mergel anzutreffen. Auch zerlegen sich die Kalkbänke in einzelne Knollenlagen, welche aber nur eine Verwitterungserscheinung sind. Die frisch angeschnittenen Schichten sind homogen und massig. Die Mächtigkeit der Blagdenischichten beträgt etwa 20 m und die ganze Folge Murchisonae-Blagdenischichten ungefähr 60—70 m.

Der mittlere Dogger oder auch Bathonien (Hauptrogenstein).

Wie überall im Berner Jura läßt sich der Hauptrogenstein in drei Teile zerlegen:

1. Unterer Hauptrogenstein, 60 m (Oolithe subcompacte Thurmann);
2. Homomyenmergel, 6 m (Marne à Ostrea acuminata Thurmann);
3. Oberer Hauptrogenstein, 30 m (Grande Oolithe Thurmann).

Gesamtmächtigkeit 96 m.

Der Hauptrogenstein tritt im ganzen Gebiete als eine mächtige, größtenteils oolithische Kalkablagerung auf, die in der Orographie überall Fluhen und Klusen bildet. Doch ist in der horizontalen Verbreitung selbst auf kurze Distanzen oft ein Wechsel seiner Beschaffenheit und Mächtigkeit zu konstatieren. Auch ist die Fossilführung bisweilen sehr spärlich, an anderen Aufschlußpunkten dagegen besonders reichhaltig.

[1] Siehe Literaturverzeichnis, lfde. Nr. 12.

Der untere Hauptrogenstein, der u. a. in Le Coulou, Le Frenois, La Jacotterie aufgeschlossen ist, besteht der Hauptsache nach aus einer 60 m mächtigen Serie von kompakten bis groboolithischen Kalken, von mergeligen Kalken begleitet, oft mit deutlicher diskordanter Parallelstruktur (s. auch Rollier, II. Suppl., Carte tectonique de Moutier et Bellelay, S. 25, 26). Die Fauna des unteren Hauptrogensteins ist meistens eine Microfauna. Bisweilen sind ganze grobkörnig-oolithische Schichten von Bruchstücken vieler Versteinerungen erfüllt.

Charakteristisch sind:

Pentacrinus Nicoleti Des.
Serpulen, Cerithien, Nerineen, Crinoiden, Ostreen etc.

Von größeren Versteinerungen seien erwähnt:

Perna obliqua Sow.
Lima Bellula Mor. a. L.
Pecten Lens Mor. a. L.
Terebratula maxillata Sow.

Es folgen nun die 6 m mächtigen *Homomyenmergel* oder *Acuminataschichten*, welche im Creux Geline und am Wege von von Forges d'Undervelier nach La Jacotterie gut aufgeschlossen sind. Diese mergeligen Schichten von gelblichgrauer bis dunkelgrauer Farbe sind sehr fossilreich.

Homomya gibbosa (Ag.) in vielen Exemplaren
Terebratula globata moveliensis Mühlb.
Rhynchonella obsoleta Sow.
Goniomya literata Sow.
Pholadomya sp.
Ammonites Parkinsoni Sow.
Belemnites giganteus Sow.
Ostrea acuminata Sow.
Einige Korallen.

Diese Schichten lassen sich leicht nachweisen, da sie immer kleine Comben zwischen den härteren Kalken des unteren und oberen Hauptooliths bilden.

Der obere Hauptrogenstein ist scharf begrenzt nach unten durch die Acuminataschichten, nach oben durch die Variansschichten. Es sind in der Hauptsache 30 m mächtige oolithische Kalke von brauner bis gelber Farbe, bisweilen auch dichte kompakte Varietäten. An der oberen Grenze finden wir die ungefähr 6 m mächtigen Ferrugineusschichten, rötlich mergelige Oolithe, welche u. a. folgende Fauna führen:

Clypeus Ploti Klein.
Holectypus sp.
Echinobrissus clunicularis Llwd.
Collyrites sp.
Parkinsonia Parkinsoni Sow. sp.
Verschiedene nicht näher zu bestimmende Spongien.

Der obere Dogger.

Zwischen dem Oxford (Renggeritone) und dem oberen Hauptrogenstein schiebt sich eine 28 m dicke Serie von ockergelben Mergeln und Mergelkalken ein. An der Basis dieser Schichten finden wir die *Variansszone* (Calcaire roux sableux THURMANN), die im ganzen Gebiete gut aufgeschlossen sind und die eine für Variansschichten charakteristische Fauna liefern:

Rhynchonella varians SCHLOTH.
— *concinna* SOW.
Terebratula intermedia SOW.
Homomya gibbosa AG.
Pholadomya sp.
Gresslya peregrina SOW.
Isocardia nitida PHIL.
Myacites decurtatus SOW.
Mytilus plicatus SOW.
Modiola gibbosa SOW.

Die nächsten Schichten sind dann *Callorienton, Dalle nacrée, Athletaeisenoolith*. Die Dalle nacrée oder die Spatkalke haben die typische Ausbildung. Das Auftreten verkieselter Partien ist an vielen Stellen wahrzunehmen und gibt der Dalle eine größere Härte als zu erwarten ist. Die Athletaschichten dagegen sind meistens von den Oxfordtonen bedeckt und gute Aufschlüsse daher selten. Wenn man von Plain Fahyn kommend die Kluse von Le Coulou betritt, kann man dort in der Combe, durch Oxford gebildet, den Übergang der dunkelbläulich-schwarzen Renggeritone in den rötlichgelben Eisenoolith der Athletaschichten konstatieren.

Der Malm.

Am besten aufgeschlossen in den beiden Ketten sind wohl die Malmschenkel, welche den Doggerkern umhüllen. Sie geben auch den Jurafalten die eigentümliche Konfiguration, welche wir fast überall wahrnehmen können, nämlich steile, den Doggerkern überragende Rauracienfelsen, von ersterem getrennt durch eine Oxfordcombe.

Der Malm besitzt die gewöhnliche Gliederung.

Oxford.

Von allen Schichten des Malms lassen sich die Oxfordschichten wohl am leichtesten nachweisen. Sie bilden die von allen Jurageologen schon beschriebenen Comben, welche den Doggerkern allseitig umhüllen. In den Comben sammelt sich das Oberflächenwasser, um dann mittels schluchtenartiger Erweiterungen (ruz) im

Rauracien, zum Teil Wasserfälle bildend, den Tertiärbecken zufließen. Hierbei ist zu bemerken, daß die Schluchten sich meistens am Nordschenkel der Falten bilden, die Südschenkel aber unzerschnitten sind oder nur ganz wenig Abflußkanäle aufweisen. Dagegen zeigen die abflußlosen Comben eine andere Folge der Wasserwirkung. Erstens bilden sich an der Grenze von Oxford und Callovien dolinenartige Trichter, welche sich oft auf lange Erstreckung verfolgen lassen und daher der Landschaft einen eigentümlichen Charakter verleihen. Meistens können wir nach der Lage dieser Löcher mit Sicherheit die Grenze von Oxford und Dalle nacrée einzeichnen. Meiner Ansicht nach entstehen diese Gebilde immer da, wo eine gewisse Neigung in der Faltenachse vorhanden ist. Daher kann das Oberflächenwasser an der Grenze von Callovien und Oxford unterirdische Kanäle bilden und zum Teil auf diesem Wege Oxfordtone wegführen. Zweitens geben diese Comben Ursache zur Torfbildung. Die Wasser stagnieren, und die organischen Reste haben Gelegenheit, sich in Humus und Torf umzuwandeln. Wir finden auch auf Rolliers Karten an vielen solchen Stellen „Tourbières“ (Torfbildung) angegeben. Wir werden später auch noch sehen, inwiefern die Oxfordtone in der Tektonik der Jurafalten eine Rolle spielen. Die wirkliche Mächtigkeit des Oxfords zu ermitteln, ist sehr schwierig. Dieselbe ist abhängig von mehreren Faktoren: 1. von der Tektonik. Wir sehen an einzelnen Stellen den Oxford fast ausgequetscht, an anderen Stellen schwillt er zu großer Mächtigkeit an (F. Mathey, Tunnel du Doubs). 2. variieren nach Koby[1] die einzelnen Unterabteilungen des Oxfords oft an Mächtigkeit, z. B. sind im nördlichen Jura die obersten Oxfordschichten sehr wenig entwickelt, schwellen aber im mittleren und südlichen Jura auf Kosten des unteren Oxfords an. 3. ist eine allgemeine Abnahme des Oxfords von Osten nach Westen zu konstatieren.

Die Oxfordtone kennen zu lernen, hat man am besten Gelegenheit hinter dem Pachthof Métairie rière Château, wo sie ziemlich steil nach Nordosten einfallen und mittels ruz gut aufgeschlossen sind. In dieser Gegend kann man Oxford in zwei Etagen zerlegen:

a) Renggerischichten (25 m),

b) Terrain à Chailles (50 m) oder Pholadomyenschichten.

[1] S. Literaturverzeichnis, lfde. Nr. 8 S. 192.

Die *Renggerischichten* lassen sich leicht trennen von dem oberen Dogger. Gibt dieser der Oberfläche eine ockergelbe Farbe, so zeigen jene eine dunkelgraue, blauschwärzliche Farbe. Petrographisch stellen sich die Renggerischichten als dunkle, fette Tone dar, welche ausgetrocknet zerreißen und sich so lockern, daß der Regen sie leicht wegwäscht, was bei steilen Gehängen ein Nachrutschen zur Folge hat und oft ganze Wiesen in Bewegung setzt. Die Renggerischichten sind weiter gekennzeichnet durch das Vorkommen verkiester Versteinerungen. Leider geht die Verkiesung öfters zu weit vor sich, so daß man die Fossilien nicht mehr erkennen kann. Folgende Arten konnte ich sammeln:

Cardioceras cordatum Sow.
Oppelia rauraca Lor.
Hecticoceras Bonarelli Lor.
Peltoceras annulare Rein.
Oppelia Renggeri Opp.
Belemnites hastatus Blainv.
Pentacrinus pentagonalis Goldf.
Microsmilia Delemontana Thurm.

Außer bei Metairie rière Château sind diese Tone noch aufgeschlossen in Clos ès Lodez, Le Coulou, Montagne de Moutier, am Wege von Bassecourt nach Le Frenois, Montagne de Vellerat.

Terrain à Chailles. Der Übergang von Renggeriton in Terrain à Chailles läßt sich meistens nicht leicht nachweisen, da dasselbe von den Renggeritonen öfters der überkippten Lagerung wegen bedeckt ist. Das Terrain à Chailles setzt sich meistens zusammen aus Mergeln und kalkigen Mergeln von hellgrauer Farbe. Man kann zwei Horizonte unterscheiden: 1. einen mehr mergeligen, von anderen auch „Thurmannischichten“ genannt, worin kalkige Ammoniten vorherrschen, und 2. die kalkig-mergelige Lage mit Kieselkalkknauern bis zu Kopfgröße an der Basis, nach oben hin mehr bankartige Kieselkalkmassen. In diesen Schichten herrschen die Pholadomyen vor und werden dieselben daher auch „Pholadomyenschichten“ benannt. Die Gesamtmächtigkeit beträgt etwa 50 m, wovon auf den unteren Teil 15, auf den oberen 35 m entfallen. Ich hatte Gelegenheit, die folgenden Fossilien zu sammeln:

1. In den unteren Schichten zum Teil in den Chailles selbst:

Belemnites hastatus Blainv.
— *excentricus* Blainv.
Zeilleria Gallienei d'Orb.
Rhynchonella Thurmanni Voltz
Collyrites bicordata Des.
Pleurotomaria Münsteri Goldf.
— *discus* Des.
Pecten subfibrosus d'Orb.
Oppelia trimarginata costata
E. Wepfer

Cardioceras cordatum Sow.
Aspidoceras perarmatum Sow.
Perisphinctes plicatilis d'Orb.
— *promiscus* Bukow.
— *Thurmanni* de Lor.
Perisphinctes paturattensis de Lor.
— *Rollieri* de Lor.
Apiocrinus polygraphus Des.
Millericrinus echinatus Schloth.

2. In den oberen Schichten:

Pholadomya lineata Roem.
— *paucicosta* Roem.
— *canaliculata* Roem.
— *exaltata* Ag.
Pleuromya varians de Lor.
Homomya gracilis Ag.
Unicardium globosum d'Orb.
Pecten Laurae Et.
Ostrea Bruntruntana Thurm.
— *sandalinoides* de Lor.

Es ist aber zu bemerken, daß auch Pholadomyen in den unteren Schichten und umgekehrt Ammoniten in den oberen vorkommen.

Außer Metairie rière Château sind noch folgende Fundorte erwähnenswert: Le Coulou, Domont, La Jacotterie, Weg von Bassecourt nach Le Frenois.

Rauracien (Korallenkalk).

Die Kämme des Gebirges werden von den Rauracienkalken gebildet. Herrschten im Oxford Tone, Mergel und mergelige Kieselkalke vor, so sind hier mergelige Kalke, oolithische und kompakte Kalke die wichtigsten Komponenten dieser Facies. Eine allgemeine Übersicht und einen Vergleich mit dem Rauracien anderer Teile des Juras geben: Rollier, Défense des facies du Malm und Koby, Etude stratigraphique des couches rauraciennes supérieures du Jura Bernois.

Im allgemeinen läßt sich auch beim Rauracien eine Dreiteilung nachweisen:

1. Der untere Korallenkalk (35 m),
2. Oolithe Rauracienne (30 m),
3. Der obere Korallenkalk, Calcaires à nerinées (25 m).

Die Grenze von Oxford und Rauracien ist selten gut aufgeschlossen. Zu erwähnen sind Metairie rière château, La Jacotterie, Le Coulou, Kluse von Moutier, Kluse von Undervelier Glovelier. Der *untere Korallenkalk* besteht in den beiden Ketten von Vellerat-Frenois und Moutier hauptsächlich aus grauen bis gelblichen, dichten Kalken, welche an der Grenze mergeliger werden und dann auch Schichtung zeigen. Diese Schichten sind zum Teil reich an bis fingerlangen Stacheln von *Cidaris florigemma;* außerdem sammelte

ich noch folgende, zum Teil verkieselte Versteinerungen im Birstal, bei La Combe, Le Frenois und bei La Combe ès Tornaires:

Spongien
Korallen (Cryptocoenia, Thecosmilia, Thamnastraea, Isastraea, Calamophyllia),
Pecten Laurae Et.
— *subtextorius* Münst.
— *vimineus* Sow.
Pecten articulatus Schloth.
Gryphaea dilatata Sow.
Pholadomya paucicosta Roem.
Cidaris florigemma Phil.
Millericrinus Münsterianus d'Orb.
Perisphinctes Chavattensis de Lor.

Rauracien moyen oder *Oolithe Rauracienne,* eine durchschnittlich 30 m mächtige Schicht, besteht zum Teil aus grauweißlichen, mehr oder minder deutich geschichteten Kalken, zum Teil aus oolithischen. Ich kenne fast alle Übergänge von kompakter bis grobkörnig kreidig-oolithischer Struktur. Fast überall kann man diese Schichten studieren, besonders in der Kluse de Moutier, bei Choindez und Moutier, in der Kluse d'Undervelier am Eingange bei Berlincourt, am Wege von Courtetelle nach Les Fouchies, am Wege von Courfaivre nach Soulce, in „La Chenal", La Combe etc. Die rein kreidig-oolithischen Kalke sind etwa 5 m dick und oft ganz erfüllt von Versteinerungen, wobei die Korallen vielfach zurücktreten. Hier seien genannt:

Spongien (*Cnemidium*, etc.)
Korallen (*Stromatorhiza*)
Pecten vitreus Roem[1].
— *subtextorius* Mü.
Nerinea episcopalis Thurm.
Cerithium blauense Buv.
Pseudomelania gigantea de Lor.
Astarte Duboisana d'Orb.
Trigonia Meriani Ag.
— *geographica* Ag.
Gervillia Roederi de Lor.
— *sulcata* Et.
Pentacrinus amblyscalaris Thurm.
Oromalus macrochirus Et.

Rauracien supérieur (Calcaire à Nerinées). Kompakte gelblichweiße oder graue Kalke, wenig Schichtung, Mächtigkeit 25 m. Gut aufgeschlossen an folgenden Punkten: Weg von La Jacotterie nach trigon. Punkt 1023, Côte du Droit, Weg von Courfaivre nach Soulce, Weg von Courtetelle nach Les Fouchies, Weg von Courfaivre nach Métairie rière Château, Kluse von Moutier, Choindez, Le Coulou etc. Diese Schichten sind nicht besonders fossilreich; sie führen:

[1] Rollier, Défense des facies du Malm „les couches à Pecten vitreus marquent le passage de l'Argovien au Rauracien".

Terebratula Bauhini Et.
Rhynchonella pinguis Opp.
Korallen (Cryptocoenia, Thecosmilia, Rhipidogyra, Montlivaultia).
Cidaris florigemma Phil.
Diceras arietinum Lam.
Nerinea nodosa Voltz.

Sequan.

War das Rauracien gekennzeichnet durch eine fast nur kalkige Entwicklung, so bilden Mergelkalke und einige eingeschaltete Kalke das Sequan. Schon orographisch sind die Mergel leicht kenntlich, da sie im Gegensatz zu den steilen Felsen des Rauraciens meist als sanfte Wiesen erscheinen. Auch sammeln sich in den Mergeln die Oberflächenwasser an und treten an zahlreichen Stellen als Quellen hervor. Überall, wo es vorhanden, ist das Sequan mit Leichtigkeit nachzuweisen an einer reichen charakteristischen Fauna. Verschiedene Kalkbänke, z. B. die Mumienbank, sind als Leitschicht für den kartierenden Geologen sehr bequem. Nach dem Kimmeridge hin ändert sich die Facies wieder, und das obere Sequan, die St. Verenaschichten, bestehen aus Kalken, welche zum Teil kompakt, zum Teil oolithisch, zum Teil brecciös sind und dem Rauracien ähnlich sehen. Das Sequan ist an vielen Stellen gut aufgeschlossen, so daß hier nur die übersichtlichsten Punkte erwähnt seien: Weg von Courfaivre durch La Chenal nach Soulce. Weg von Soulce nach Le Frenois, Weg von Soulce nach Pré de Vigne. Eine eigentümliche Entwicklung des Sequans konnte ich nachweisen im Birstal zwischen Moutier und Roche. Ungefähr 300 m nach dem Eingang der Kluse befindet sich an der rechten Seite des Tales eine gewaltige Schutthalde. Besteigt man diesen Trümmerhaufen, so entdeckt man an seiner Spitze einen alten Steinbruch. Zu unterst liegen die Naticamergel, durch großen Gehalt an Bitumen dunkelgräulich-schwarz gefärbt, was von Resten verkohlten und mit Pyrit imprägnierten angeschwemmten Holzes herrührt. Ja, es lagen selbst dann und wann kleine Steinkohlenschmitzen zwischen den Mergeln, besonders im Hangenden gegen den St. Verena-Oolith. Die Mumienkalke selbst sind als groboolithische, bitumenreiche, bläulichgraue Kalke entwickelt, welche die Reste zahlreicher Gastropoden, Bryozoen etc. aufweisen. Alle diese Erscheinungen weisen darauf hin, daß wahrscheinlich zur Zeit der Ablagerungen in der Nähe Land war, vielleicht kleine Inselgruppen oder Korallenriffe mit Vegetation.

Das Sequan zerlegt sich in folgende Unterabteilungen von unten nach oben:

Naticaschichten (35 m),
Humeralisschichten (8 m),
St. Verenaschichten (45 m).

Die Naticaschichten sind in der Hauptsache gelbliche Mergel und Mergelkalke mit reicher Fauna:

Natica corallina d'Orb.
— *boucardensis* de Lor.
— *grandis* de Lor.
— *Eudora* d'Orb.
— *gigas* Bronn.
— *Royeri* de Lor.
— *semiglobosa* d'Orb.
— *hemisphaerica* d'Orb.
Nerinea Desvoidyi d'Orb.
Nerita corallina d'Orb.
Pecten Grenieri Contej.
Astarte minima Lam.
Actaeonina fundata d'Orb.
Venus Leblanci de Lor.
Pentacrinus Desori Des.
Hemicidaris Cartieri Des.

Die Humeralisschichten sind auch mit großer Konstanz in den beiden Ketten nachzuweisen als Mergel und Mergelkalke von gelber bis rötlichgelber Farbe. An der Grenze der St. Verenaschichten schieben sich die Mumienkalke ein, nämlich geschichtete Kalke mit bohnengroßen, oolithähnlichen Knöllchen. Sie sind sehr leicht kenntlich und geben durch das ganze benachbarte Juragebirge einen trefflichen Leithorizont ab. Die Knollen sind konzentrisch schalig gebaut, meistens von länglicher Gestalt und sehr dichter Struktur. In ihrem Innern liegen Muscheltrümmer, kleine Schnecken u. a. m., die von den Kalklagen umwachsen sind. Der Habitus erinnert lebhaft an die Mumien des badischen oberen Hauptrogensteins oder an die Girvanellenknollen des gotländischen Obersilurs. Es scheint nach den von mir gefertigten wenigen Schliffen sich in der Tat um pflanzliche Gebilde, also Kalkalgen, zu handeln, die auf dem Mergel wuchernd die Riffacies der St. Verenaschichten vorbereiteten. An jeder Stelle, wo die Humeralisschichten aufgeschlossen sind, finden wir eine Fülle von Versteinerungen, nämlich:

Magellania humeralis Roem. sp.
Terebratula Bauhini Et.
— *subsella* Lor.
Bourguetia striata Des.
Ostrea Bruntrutana Thurm.
— *Sequana* Et.
— *ermontana* Et.
Rhynchonella corallina Leym.
Lima astartina Thurm.
— *tumida* Roem.
Pecten Tombecki de Lor.
— *striatus* Münst.
Mytilus astartinus Thurm.
Corbis trapezina Buv.
Isocardia cornuta de Lor.
Cidaris cervicalis Ag.

Cidaris Thurmanni Et.
— *Parandieri* Ag.
— *florigemma* Phil.
Rhabdocidarris Orbignyna Des.
Hemicidaris crenularis Ag.
Apiocrinus Meriani Des.
Goniolina geometrica Roem.

Es folgen die *St. Verenaschichten,* in verschiedener Ausbildung wechsellagernd, da sie kompakt, grob- bis feinoolithisch oder brecciös werden. Ihre Farbe ist meist gelblich, zum Hangenden aber weißer, so daß der Ubergang zum Kimmeridge oft schwer zu konstatieren ist. An einigen Stellen herrschen Nerineen vor:

Nerinea pseudospeciosa de Lor.
— *Bruckneri* Thurm.
— *Gosae* Roem.
Ostrea pulligera Qu.
— *deltoidea* Thurm.
Hinnites astartinus de Lor.
Bryozoen.
Terebratula insignis Schübl.
Pseudomelania gigantea de Lor.

Die Mächtigkeit des Sequans ist im Durchschnitt 90 m.

Kimmeridge.

Ebenso wie das Rauracien bildet das Kimmeridge oft steile Felsen und Abstürze, und das malerische Aussehen der Klusen wird neben dem Rauracien durch das Kimmeridge erzeugt. Diese bis 110 m mächtigen Schichten variieren stark in Beschaffenheit und Fossilführung. Wir kennen

Unteren Kimmeridgekalk (50 m),
Pterocerasmergel (10 m),
Oberen Kimmeridgekalk (50 m).

An vielen Stellen ist das Kimmeridge fast fossilfrei oder läßt nur Querschnitte beobachten von Nerineen, Naticeen etc., dagegen ist in der Kluse von Undervelier und am Wege von Undervelier nach Le Frenois das Kimmeridge gut aufgeschlossen. Am Eingang der Kluse von Undervelier, nahe am Dorfe Berlincourt, können wir die ganze Entwicklung in fast horizontaler Lagerung studieren. Im übrigen verweise ich auf die größeren Monographien. An Fossilien seien hervorgehoben:

a) Der *untere Kimmeridgekalk* ist meistens fossilleer.

b) *Pterocerasmergel:*

Terebratula suprajurensis Thurm.
Cardium Banneianum Thurm.
Cercomya excentrica Ag.
Pholadomya Protei Ag.
Gervillia tetragona Roem.
Mya rugosa Roem.

Perna Bouchardi Opp.
Isocardia striata d'Orb.
Pteroceras Oceani Brogn.
Ostrea solitaria Sow.

c) *Oberer Kimmeridgekalk:*

Nerinea depressa Voltz.
— *Elsgaudiae* Thurm.
Natica hemisphaerica d'Orb.
— *semiglobosa* Thurm.
Ostrea deltoidea Sow.
— *solitaria* Sow.
Pecten lens Roem.
Strophodus sp.

Portlandien.

Das **Portlandien** streift noch gerade die südlichen Flanken der Jurakette von Moutier. Hier sind bei Souboz die Virgulamergel und Portlandkalke aufgeschlossen.

Tertiär.

Die in den Becken von Délémont, Soulce und Moutier vorkommenden Tertiärbildungen, insofern sie mein Kartengebiet berühren, gehören zwei getrennten Sedimentationsphasen an. Die ältesten Tertiärsedimente sind die **eozänen** Bohnerze und die Süßwasserkalke. Die auf der ersten transgredierende Schichtenserie umschließt **oligozäne** Bildungen und zwar nach Rollier:

Gompholithe d'Anjoie,
Molasse alsacienne,
Marnocalcaire inférieure,
Calcaire délémontien.

Im allgemeinen habe ich gefunden, insbesondere für das Tertiärbecken von Soulce, daß die Kartierung von Rollier noch viel zu wünschen übrig läßt; doch konnte ich bei meiner beschränkten Zeit das Tertiär nicht genau aufnehmen und erwähne nur einiges Wichtigere.

Das unterste Tertiär, das **Bohnerz,** ist durch seine rote Farbe und den ebenso intensiv gefärbten Lehm ein treffliches Mittel, die obere Grenze des Tertiärs in den Becken über dem Kimmeridge zu konstatieren. Alte Halten und Pingen liegen längs des Fußes der Ketten und beweisen, daß man dort das Bohnerz einst gesucht oder auch ausgebeutet hat.

Als Dach der Bohnerzformation tritt an einigen Stellen, z. B. an den Schießständen von Moutier, am Südschenkel der Moutierkette, bei Perrefitte und bei Undervelier (Weg Undervelier—Le Fre-

nois, hinter der Kirche von Undervelier) eine Serie von **Süßwasserkalken** und Mergeln auf, die *Lymnaea longiscata* Sandb., Planor bis *goniobasis* Sandb. und sogenannte „Bieberer Eier" umschließen. Letztere werden als Puppengehäuse von Phryganiden gedeutet.

Das **Oligozän.** Der neue Weg von Soulce nach Courfaivre durch La Chenal hat am Südschenkel ein schönes Profil angeschnitten, wo man nacheinander von oben nach unten

Calcaire délémontien,
Marnocalcaire inférieure,
Gompholithe,
Bolus,
Kimmeridge

erkennen kann. Dagegen ergibt der neue Weg Undervelier—Le Frenois bei der Kirche von Undervelier

Calcaire délémontien,
Molasse alsacienne,
Süßwasserkalk von Moutier,
Bolus,
Kimmeridge.

Wenn wir beide Profile vergleichen, so sehen wir, daß die Süßwasserkalke von Moutier und die Schichten, die ich als Gompholith bezeichne, wahrscheinlich gleichaltrig sein müssen. Der **Gompholith** stellt ein Gemenge dar von erbsen- bis faustgroßen Kimmeridgegeröllen mit Quarzkörnern und Bohnerz in einem kalkigen Bindemittel. Das Bohnerz entstammt dem von Bächen aufgearbeiteten Bolus. Daß in den kleinen Binnenseen, wie im Tertiärbecken von Soulce, ein Wechsel von Süßwasserkalk und Gompholith auf kurzer Entfernung stattfinden konnte, ist leicht verständlich. Im Tertiärbecken von Moutier folgt auf den eozänen Süßwasserkalk die Molasse alsacienne, im Tertiärbecken von Soulce auf eozänen Süßwasserkalk ebenfalls Molasse alsacienne, aber auf Gompholith der Marnocalcaire inférieure, so daß diese beiden Zonen, wie es auch Rollier annimmt, gleichaltrig wären.

Die **Molasse alsacienne** ist ein grauer Sandstein, welcher auch Glimmerschüppchen und bei Moutier Cinnamomumblätter führt. Der **Marnocalcaire inférieure** besteht aus graugelben geschichteten Kalken, welche voll organischer Reste sind und in welchen ich außerdem Reste von *Emys* (wahrscheinlich *E. Laharpi*) und Fischen

antraf[1]. Im Muldenkern von Soulce finden wir die **Calcaires délémontiens,** welche auf dem Wege Soulce—Undervelier in einem Steinbruch angebrochen sind. Es sind gelblichweiße, mergelige Kalke. Auch auf dem Wege von Soulce nach Le Poirchets stehen dieselben an. Vielleicht sind diese die oberen Schichten des Délémontien. Ich konnte einige nicht näher zu bestimmende Abdrücke von *Helix* (wahrscheinlich *H. Ramondi*) nachweisen.

Rollier weist noch auf einige Störungen in der Lagerung des Délémontien westlich von Undervelier in Le Mentois hin[2].

Anhang.

Von ganz besonderer Wichtigkeit für die Bestimmung des Alters der Jurafaltung sind einige eigentümliche **Schottervorkommen** in den Ketten von Moutier und Vellerat. Ich fand an verschiedenen Punkten, z. B.:

auf dem Kimmeridge am Eingang des Dorfes Berlincourt, Höhe 510 m,

auf dem Rauracien des Haut du Droit, Weg Soulce—Metairie rière Château, Höhe 1030 m,

auf dem Sequan von la Combe, Höhe 1040 m,

auf dem Rauracien zwischen Sur le Rochet und Pré de Vigne (Montagne de Moutier), Höhe 1080 m,

auf dem Bathonien von Cerneux Romi, Höhe 1158 m,

auf dem Oxford von Clos ès Lodez, Höhe 1130 m etc.

eine ziemlich dichte **Lehmschicht,** welche in ihren unteren Teilen viele Quarzit- und weniger Sandsteingerölle führte. Da, wo der Lehm zum Teil wegerodiert und die Lehmschicht dadurch reduziert war, traf man natürlich diese Gerölle in großer Anzahl an, dagegen waren sie bei dickerem Lehm seltener. Es sei erwähnt, daß in Spalten des Kimmeridge am Eingang des Dorfes Berlincourt der Lehm sich abgelagert hatte und eine Fülle von Geröllen, welche unzweifelhaft von den Vogesen herstammen, führte, nämlich: Vogesensandsteine, Quarzite, Granite, Granitporphyre. Über die Bedeutung dieser Funde zur Bestimmung des Alters der Jurafaltung werde ich eingehender im folgenden Kapitel: Tektonik berichten.

[1] S. Literaturverzeichnis, lfde. Nr. 4.

[2] S. Literaturverzeichnis, lfde. Nr. 15, 2. Suppl., S. 130.

Tektonik.

Das von mir kartierte Gebiet gehört dem Faltenjura an. Die Ketten von Vellerat, Frenois (Montkette) und die Kette von Moutier (Verlängerung Raimeuxkette) sind zwei Antiklinalen. Zwischen beiden Ketten liegt das Synklinaltal von Soulce. Die Velleratkette wird nach Norden begrenzt durch das Becken von Délémont, die Moutierkette nach Süden durch die Synklinaltäler von Moutier und Souboz.

Das im ganzen Gebirgsbau herrschende Streichen geht östlich des Birstales von NO nach SW, ändert sich westlich dieses Tales und nimmt von Le Forêt des vieux Ponts und Le Coulou ab eine rein OW-Richtung an, bis noch weiter westlich bei Saulcy die alte Streichrichtung wieder einsetzt. In der Gegend von La Combe sind die beiden Ketten nur noch durch eine Mulde von Sequan geschieden, so daß dort die Synklinalen von Soulce und Rippertswiler ineinander übergehen. Beide Ketten werden von Klusen und Quertälern durchschnitten, die uns einen Einblick in die Struktur der Antiklinalen erlauben, z. B. die Klusen von Moutier, Pichoux, Undervelier. Wie schon im Vorwort bemerkt, haben Thurmann, Greppin, Mathey, Rollier, Buxtorf sich mit der Tektonik dieses Gebietes beschäftigt.

Die Velleratkette.

In den Beiträgen zur geologischen Karte der Schweiz (Bd. 8, 1. Suppl. S. 193) sagt Rollier: "Le type le plus régulier d'une grande voussure, qui dans l'idée de Thurmann devait se retrouver dans un grand nombre de Soulévements est réalisé par la montagne de Vellerat ou du Mont." Wir werden sehen, daß von der Regelmäßigkeit im eigentlichen Sinne nicht viel zu merken ist (hierzu 33 von mir angefertigte Profile). Jenny und Buxtorf[1] haben schon nachgewiesen, daß innerhalb der Velleratkette ein Austausch zweier Doggerkerne stattfindet, so daß der nördliche Doggerkern seine maximale Erhebung in der Kluse von Choindez, der südliche in dem Forêt des vieux Ponts erreicht. Weiter wies Buxtorf nach, daß das Rauracien am Nordabhang von Sur Montchemin eine sehr scharfe Knickung, verbunden mit leichter Überschiebung zeigt. Meiner Ansicht nach könnte man die von Jenny und Buxtorf konstatierte Doppelung des Doggerkerns auch als

[1] S. Literaturverzeichnis, lfde. Nr. 4; 1.

eine Faltenverwerfung ansehen, welche dann in OW-Richtung verlaufend, die Änderung im Streichen der Kette selbst von Le Forêt des vieux Ponts ab bedingen würde. In dem von mir kartierten Gebiete konnte ich nur noch das von Buxtorf als Doggerkern von Fouchies benannte Gewölbe konstatieren, so daß die beiden Doggergewölbe sich vereinigen. Nach meinem Befunde ist das Oxfordband hinter Métairie rière Château breiter einzuzeichnen (s. Rollier: Carte tectonique des environs de Moutier). Die als Steilkante auftretende, trichterförmige Einsenkung liegt lediglich im Oxford und berührt den Doggerkern nicht, wie dies Rollier verzeichnet. Die Achse des Gewölbes senkt sich gegen Osten, und der Doggerkern der Velleratkette wird vom Malmbogen überdeckt. Jenseits von La Chenal steigt die Achse wieder hoch, und deshalb kommt in La Côte de Frenois der Doggerkern wieder zu Tage mit steilem (80°) Nordfallen und flacherem (30°) Südschenkel. Auch hier hat Rollier die Grenzen des Doggerkerns nicht richtig eingezeichnet, weil das Gehöft von Frenois nicht auf Oxford, sondern auf Dalle nacrée steht. Die Dalle nacrée tritt auch im Gelände als eine Steilkante hervor, da die Variansmergel meistens erodiert sind und gewissermaßen eine Combe erzeugen. Die Achse der Falte senkt sich wiederum, und damit im Zusammenhange wird in dem gewaltigen Einschnitte der Kluse von Undervelier aufs neue der Dogger sichtbar. Durch die tiefe Kluse sind im Gewölbekern sogar die oberen Schichten des unteren Doggers entblößt. Wenn auch leider der Schutt des Hauptrogensteins sie bis auf einzelne Stellen bedeckt, so ist doch erkennbar, daß keine Doppelung des Doggerkerns existiert. Der südliche Schenkel der Gewölbes hat fast senkrechtes, der nördliche Schenkel dagegen flacheres Fallen (s. Profile I—VII). Auf dem schmalen Fußpfade von Forges d'Undervelier nach La Jacotterie kann man die scharfe Umknickung der Doggerschichten von 30° Nordfallen in 85° Südfallen in der klarsten Weise sehen. Wahrscheinlich war die Folge dieser Stellung der Schichten ein Aufbruch im Doggergewölbe selbst und haben die Gewässer einen Weg zur Erosion vorgefunden. In der Richtung Saulcy steigt die Achse der Velleratkette wieder an, und der Doggerkern ist daselbst auf großer Erstreckung nachgewiesen.

Betrachten wir jetzt die Malmschenkel. Wie in den meisten Falten des Juras, ragt der südliche Schenkel höher über den Doggerkern empor als der nördliche. Im stratigraphischen Teil wurde erwähnt, daß der nördliche Malmschenkel eine fast ungegliederte

Platte ohne Erosionsschluchten darstellt, während das Wasser den südlichen Schenkel an vielen Stellen schluchtenartig durchbrochen hat. Wahrscheinlich haben Sprünge im Malm der Erosion den Weg gewiesen. Man kann nämlich beobachten, daß überall da, wo solche Schluchten an den Flanken vorhanden sind, die Rauracienschichten um einen bestimmten, aber beiderseits verschiedenen Betrag nach Norden überbiegen, was ja am leichtesten geschehen konnte, wenn ein Riß die geneigte Kalktafel durchsetzte. Westlich von Metairie rière Château sind der südliche und nördliche Malmschenkel wieder zu einem geschlossenen Malmgewölbe vereinigt. In La Chenal de Soulce ist eine Depression im Gewölbe zu verzeichnen, wie es auch vom Dogger dieser Gegend eben erwähnt ist, und gleichzeitig hat die Velleratkette die Neigung, sich in zwei Gewölbe zu teilen. Daher erklären sich auch die in der Topographie deutlich hervortretenden Steilkanten beiderseits der Chenal. Die Kimmeridgeschichten steigen bis zu beträchtlichen Höhen empor, so daß fast die Verbindung der nördlichen und südlichen Kimmeridgeschichten erreicht wäre. Rollier trennt die östlichen und westlichen Rauracienschichten, wodurch eine Verbindung des Sequans vom Nord- und Südschenkel zustande kommt. In Wirklichkeit besteht ein Zusammenhang zwischen den Rauracienbändern, und in La Chenal steht vielleicht noch Oxfordton an. Wenigstens müßte auf dem Boden des Passes, in den feuchten Wiesen nach meinem Profile das oberste Oxford gerade herauskommen. Das Gesamtbild des Malms in dieser Kette hat wirklich große Ähnlichkeit mit einer Meereswelle; langsameres Ansteigen, plötzliches Umkippen. In den Klusen sieht man sehr deutlich das plötzliche Emporsteigen aus der flachen Lagerung von etwa 14° bis zur senkrechten und überkippten Lagerung. Dann biegen die Schichten allmählich wieder um bis zum normalen Fallen von etwa 45°. Dieses Wechseln im Fallen wiederholen die Malmschichten oft in kurzer Erstreckung viele Male. Sehr gut kann man diese Erscheinung in der Kluse von Undervelier, zur Höhe von La Jacotterie, überschauen. Da, wo das Umbiegen von der kompakten Lage in die normale ziemlich plötzlich geschieht, entstehen meistens kleine Tälchen.

Die Oxfordtone trennen die Kalke der Malmschenkel von den Kalken des Doggers. Dadurch ist es beiden Kalkmassen ermöglicht, sich unabhängig voneinander zu bewegen[1]. Aber auch die

[1] S. Literaturverzeichnis, lfde. Nr. 1, 10.

Sequanmergel gestatten den Kalken des unteren Malms gegenüber denen des oberen eigene Bewegung; daher die vielen Überkippungen, Knickungen und Brüche in den unteren Malmkalken. Hiermit sind verbunden zahlreiche Bergschlipfe, welche während der Faltung oder verbunden mit Erosion in der Quartärzeit von den Malmflanken heruntergegangen sind. So leiten Rollier und Buxtorf das Sequan vom Mont Chaibeux vom Nordschenkel der Velleratkette her. Das Abgleiten wäre in der Quartärzeit erfolgt. Auch glaube ich die Kimmeridgemassen von Métairie des Pics als abgerutschte Schichten betrachten zu müssen. Sie hätten sich während oder nach der Faltung durch Überkippung der Kimmeridgeschichten losgelöst. Die abgerutschten Kimmeridgepartien zeigen mittlere Einfallswinkel gegen Süden (s. Profil XXIV und XXV). Am Südschenkel der Velleratkette sind dieselben Erscheinungen nachweisbar, z. B. am Wege von Soulce nach La Combe und in der Nähe vom Pachthof La Boiraderie.

Außerdem haben wir Störungen rein tektonischer Art in beiden Flanken:

1. Im Nordschenkel:

Buxtorf wies schon auf eine Verschiebung im Rauracien bei Choindez hin. Ich fand solche in der Gegend von Bassecourt. Auf dem Wege von Essert Jacques nach Le Frenois ist nämlich folgendes zu konstatieren:

a) Links vom Weg normales Malmprofil (bis und mit Rauracien), N 250° W, 60—45° NO, ungestörte Lagerung.

b) Rechts vom Weg Mumienkalk, Sequanmergel, Rauracien in überkippter Lagerung N 250° W, 30—60° S.

c) Durchqueren wir die Rauracienschichten links vom Wege, so treffen wir auf eine Erstreckung von etwa 1 km statt Oxford wieder Rauracien, diesmal mit widersinnigem Fallen, S 80° W, 50—70° S.

Rollier[1] würde diese Erscheinung wahrscheinlich Crêt retombé nennen. Ein Teil des Rauraciens wäre in die Combe rückwärts hineingerutscht. Meiner Ansicht nach liegt eine andere Art von Störung vor. Wie schon oben erwähnt, entstehen in der Übergangszone von überkippter zu normaler Lagerung in den Malmkalken kleine Tälchen. Geschieht das plötzlich durch einen aufsetzenden Sprung, senkrecht oder schief zum Streichen, so suchen die Malm-

[1] S. Literaturverzeichnis, lfde. Nr. 15 S. 181.

massen sich aneinander zu verschieben, wobei das überkippte Rauracien der rechten Seite den Oxfordton auf kurzer Erstreckung verdrängt, ausquetscht oder zwischen sich und dem Rauracien der linken Seite einquetscht (Profil IX—XII).

2. Im Südschenkel löst sich in Côte du Droit, ebenso wie dies in der Gorge de Moutier in der Raimeuxkette der Fall ist, ein Kimmeridgegewölbe von der Velleratkette ab, mit dieser verbunden durch eine steile Mulde. Eigentümlich ist die Erscheinung, welche auch für die Kluse von Moutier gilt, daß links der Sorne oder Birs die vorher erwähnten Kimmeridgegewölbe ganz regelmäßige Bogen bilden, dagegen rechts ziemlich plötzlich nach Norden in steiler Lagerung umbiegen. Dies hängt wahrscheinlich zusammen mit der Neigung der Faltenachsen nach Westen hin, so daß an den niedrigsten Stellen die Schichten zur mehrfachen Faltenbildung gezwungen wurden.

Wahrscheinlich ist in Rolliers Karte ein Farbendruckfehler vorgekommen und ist in der Grotte d'Undervelier nicht Dogger supérieur, wie verzeichnet, sondern Sequan (s. Profil I—IX) einzutragen. Durchqueren wir jetzt nochmals die Kluse von Undervelier nach Berlincourt, so finden wir:

Gefaltetes Tertiär,
Gewölbe Kimmeridge (Gewölbekern Sequan),
Mulde Kimmeridge,
Kimmeridge, Sequan, Rauracien, Oxford — steil nach Süden fallend,
Gewölbe Dogger (kein unterer Dogger), Südseitegewölbe steiles Einfallen, plötzlich Umbiegen in flache Lagerung, allmählich in steiler Stellung nach Norden,
Oxford, Rauracien, Sequan, Kimmeridge in steiler Stellung nach Norden,
Kimmeridge, Umbiegen von steiler in flache Lagerung,
Flachgelagertes Tertiär.

Die Kette von Moutier.

Die Raimeuxkette, in ihrer Verlängerung Montagne de Moutier genannt, ist viel komplizierter gebaut als die vorige. Thurmann rechnete sie zum Faltensystem 3. Ordnung, weil bei Roche Keuper ansteht. Rollier[1] machte schon darauf aufmerksam, daß das

[1] S. Literaturverzeichnis, lfde. Nr. 14, Pl. III, S. 194.

Doggergewölbe im Birstale einen dreifachen Kern aufweist, daß bei Hautes Roches in Le Grepon der Keuper auf den Opalinustonen überschoben ist, und daß von Gressins dessus ab sich von der Raimeuxkette ein Kimmeridgegewölbe ablöst, das als Basse Montagne de Moutier im Forêt du Droit endigt. Dieses Kimmeridgegewölbe ist mittels steiler Kimmeridgemulde (großartiger Aufschluß) mit der eigentlichen Raimeuxkette verbunden, und in Le Pâturage du Droit sind zum Teil die tertiären Ablagerungen noch mitgefaltet. Meiner Ansicht nach ist der mittlere der drei Doggerkerne von Roche bedingt durch die Überschiebung von Keuper auf Opalinuston links des Flusses. Der nördliche und mittlere Doggerkern vereinigen sich zwischen der 700 bis 900 m Höhenkurve zu einem einzigen Sattel, so daß von dort an nur noch zwei Doggerkerne existieren. Von diesen nimmt der bei Roche nördliche an Bedeutung zu und bildet das Gewölbe von Sous Raimeux; der südliche verliert an Bedeutung und verschwindet unter dem Malmschenkel des Raimeux. Dagegen haben wir links der Birs das umgekehrte Verhältnis: der südliche entwickelt sich und geht in das Doggergewölbe von Le Coulou über, der nördliche aber verschwindet unter dem Malmschenkel von Le Troudai. Wir haben also ebenso wie bei Choindez ein Vikariieren zweier Doggersättel. Der dritte und der Keuper von Haute Roche sind die Folge einer Überschiebung oder Faltenverwerfung.

Verfolgen wir den südlichen Doggerkern von Roche nach Le Coulou. In den Profilen XXXII und XXXIII habe ich noch die Verdoppelung mittels schwachen Knicks angedeutet. Betreten wir Le Coulou von Süden her, so fällt uns gleich die überkippte Lagerung des südlichen Malmschenkels auf (40—50° N). (Hierzu Profile XXVII—XXXI.) Die Doggerschichten zeigen steiles 60° Fallen nach Süden und müssen in der Tiefe nach Norden umbiegen. Der obere Dogger ist zum Teil verrutscht oder ausgequetscht. Nach Durchquerung des mittleren Doggers befinden wir uns im eigentlichen Aufbruch von Le Coulou. Die Blagdenischichten sind längs eines neuen Weges nach den Häusern von Cras des Pois aufgeschlossen. Sonst verhüllen die herabgerutschten Opalinustone alle unteren Dogger- und Liaszonen, reichen aber ihrerseits bis fast auf den Gewölbescheitel hinauf, so daß eine tektonische Verdickung der Opalinustone (vgl. die Profile) anzunehmen sein wird.

Der Lias ist nicht aufgeschlossen; nur ein schmaler Rücken, beiderseitig von Opalinuston begrenzt, und die sandige Beschaffenheit seiner Verwitterungsprodukte verraten uns heute diese Schicht-

gruppe. Thurmann, Greppin und Rollier erwähnen alle ein Vorkommen des Lias in dieser Combe, so daß früher deutliche Anbrüche vorhanden gewesen sein müssen. Nach Norden wird Le Coulou begrenzt von einer Hauptrogensteinfluhe mit schwachem 20° nördlichem Fallwinkel. Die unterliegenden Schichten des unteren Doggers sind von Gehängeschutt bedeckt. Verlassen wir nun Le Coulou, um über den Kamm des Gewölbes nach dem Pachthof Domont zu gehen, so sehen wir, daß der Hauptrogenstein sehr bald von der flachen Lagerung zu der steilen umbiegt, wobei sein Einfallen etwa der Neigung des Gewölbes entspricht. Durchqueren wir die Oxfordcombe, so treffen wir das Rauracien wieder in überkippter Lagerung mit etwa 50° südlichem Fallen an. Der ganze Malmschenkel ist überkippt. In Le Coulou liegt also eine typische Fächerfalte vor. Die Schenkel konvergieren nach der Tiefe zu. Wahrscheinlich ist der Kern der Falte nach unten zu ausgezogen und vielleicht abgequetscht.

Die Überkippung des südlichen Malmschenkels hält in Les Hersattes und Le Droit du Plain Fahyn an, um dann wieder zu normaler Lage umzubiegen, weshalb die folgenden Profile regelmäßigere Südschenkel zeigen. Der Nordschenkel ist überkippt bis Punkt 1174, darauf wiederum normal.

In westlicher Richtung hält die Überkippung an bis im Gretery, hier normales Einfallen. In Le Golat herrscht abermals überkippte Lagerung. Am Pachthof Sur Mont de Dos nähern sich Nord- und Südschenkel bis zum Schluß des Kimmeridgegewölbes (s. Profile IX bis XXVII). Wahrscheinlich ist die Folge der Fächerfalte eine Faltenverwerfung im nördlichen Schenkel des Doggers von Domont ab bis La Bordenaire-Combe ès Tornaires. Dieselbe erreicht ihr Maximum im Creux Geline (s. Profil XXIII). Gehen wir von Soulce über Les Esserts nach diesem Bachriß, so haben wir erst den überkippten Malmschenkel (steilstehend 60—85° SW-Einfallen). Im Wege und Bache deuten große Geröllblöcke der Murchisonaeschichten bereits das Empordringen des unteren Doggers an.

Queren wir die Oxfordcombe, so treffen wir wirklich im Bachbett die Murchisonaeschichten in anormalem Kontakt mit oberem und mittlerem Dogger (Homomyenschichten gut aufgeschlossen), und neben den Murchisonaegesteinen fette schmierige Tone in wirrer Lage, wahrscheinlich Opalinustone, die noch mit emporgequetscht sind und als Schmiermittel dienten. Diese Schichten zeigen alle südliches Einfallen (45°), sind also überkippt. Die Wurzelpartie

des Gewölbes ist in nördlicher Richtung gegen den darüber liegenden Dogger verschoben. Dieser Längssprung beherrscht zum Teil den Faltenwurf bis Domont, während in der Richtung Combe ès Tornaires sich der normale Gebirgsbau wieder herausbildet (Profile XIII, XIV, XV). Die Achse der Falte senkt sich nach Westen, und das Doggergewölbe verschwindet unter dem Kimmeridgegewölbe. In den Gorges von Pichoux wird das Doggergewölbe wieder sichtbar, doch hatte ich keine Gelegenheit, dieses näher zu studieren.

Zusammenfassung.

Die Ketten von Vellerat und Moutier sind wesentlich komplizierter gebaut, als es früher allgemein angenommen wurde.

Faltenverwerfungen oder Doppelung des Doggerkerns (Choindez, Roche, Creux Geline),

Überschiebung und Verschiebungen, Knickzonen im Malm, (Choindez, Bassecourt, Combe ès Tornaires),

Fächerfalte (Le Coulou),

Ausquetschung und Verdickung von Oxford und Opalinuston (Bassecourt, Frenois, Le Coulou) sind alle in diesem Gebiete vertreten.

Ähnliche Erscheinungen im Faltenjura gibt Buxtorf in seiner Arbeit über den Weißensteintunnel an (S. 80, Taf. II, III): „Doppelung des Gewölbekerns. Der im Westen bestimmend hervortretende Stahlfluhkern versinkt nach Osten, und in dem Maße, wie er an Bedeutung verliert, tritt mehr und mehr der Röthifluhkern hervor und beherrscht schließlich den Gebirgsbau im Osten vollständig. Eine Folge dieser Erscheinung ist die Torsion im Streichen der Ketten.

Fächerfalte[1]. Buxtorf gibt vier Profile durch die Weißensteinkette bei Balmberg und Günsberg (Entwurf). Süd- und Nordseite der Kette sind überkippt und konvergieren nach der Tiefe zu. Der älteste Kamm der Falte ist nach der Tiefe ausgezogen und schließlich abgequetscht. Der Nordschenkel ist über die Wurzelpartie des Südschenkels hinübergeschoben worden und hat den eigentlichen Südschenkel vor sich hergestoßen, so daß letzterer auf Molasse zu liegen kommt (ähnliche Erscheinungen Le Coulou und Creux Geline).

[1] S. Literaturverzeichnis, lfde. Nr. 3 S. 92—103.

Überschiebungen, Verschiebungen, Knickzonen, Überkippung im Malmschenkel sind an sehr vielen Punkten vorhanden (Weißenstein, Vellerat, Clos du Doubs). Auch die wechselnde Mächtigkeit der Oxford- und Opalinustone ist eine allgemein im Berner Jura auftretende Erscheinung[1]. Im ganzen kann ich mich mit den von A. Buxtorf ausgesprochenen Sätzen einverstanden erklären: „Die Störungen im Doggergewölbe oder in den Malmschenkeln erlöschen im Oxford.“ „Die wechselnde Mächtigkeit des Oxfords und die Divergenz in Dogger und Malm ist nicht nach der Faltung, sondern gleichzeitig mit letzterer entstanden und ist eine von dieser untrennbare Begleiterscheinung.“ „Die Entstehung von Fächerfalten mit abgequetschtem Kerne führt uns zu der Annahme, die Faltung hat nur die Anhydritgruppe und ihr Hangendes ergriffen.“

Es sei bemerkt, daß man bis jetzt noch nicht das Ausquetschen des Gewölbekerns tatsächlich hat nachweisen können, so daß wir zunächst diese Erscheinung als eine wahrscheinliche, nicht absolut bewiesene ansehen müssen. Buxtorf kam durch diese und andere Erscheinungen zur Auffassung: „Der Kettenjura ist eine gefaltete Abscherungsdecke“, und sagt weiter: „Das heutige Gebiet des nordschweizerischen Juras war vor der Faltung gegenüber den umgebenden Tertiärbecken herausgehoben.“ „Diese höher liegende Zone, auf der später zur Pliozänzeit der Kettenjura entstand, muß in älterer und mittlerer Tertiärzeit südlich der oberrheinischen Tiefebene etwas tiefer gelegen haben als östlich und westlich. Mit der Bildung dieses Depressionsgebiets (gleichzeitig entstanden wie Rheintalgraben) hingen keine erheblichen Brüche und Verwerfungen im Gebiet der heutigen Ketten zusammen. Diese Depression verhielt sich während der Tertiärzeit anders wie die östlich und westlich angrenzenden Landstriche, es wurde von unteren und mittleren Tertiärablagerungen aufgefüllt und eingeebnet.“[2]

Die jungtertiären Faltungen haben dieses Verhältnis verwischt, nur die Tertiärbecken von Laufen, Delsberg, Moutier, die wahrscheinlich besonders tiefen Partien entsprechen, verraten uns das zur Oligozänzeit entstandene Depressionsgebiet südlich der oberrheinischen Tiefebene. Hieran läßt sich folgendes anknüpfen. Ich möchte an dem von Buxtorf beschriebenen Depressionsgebiet südlich des Rheintalgrabens festhalten. Ich bin aber der Meinung,

[1] S. Literaturverzeichnis, lfde. Nr. 1. 3. 10.
[2] S. Literaturverzeichnis, lfde. Nr. 3. 16.

daß wenn auch nicht Brüche oder Verwerfungen das heutige Faltengebiet damals störten, die Struktur und der Habitus dieses Depressionsgebietes keineswegs die einer Tafellandschaft waren. Vielmehr nehme ich an, daß in dieser Senke Sättel und Mulden vorhanden waren[1], einesteils in der Richtung des Rheintalgrabens, anderseits in der Richtung der Tertiärbecken. Nach den Untersuchungen des Herrn v. Bubnoff im Dinkelberg und des Herrn Cloos im Hauensteinvorlande sind dort auch Wellungen und Gräben erkennbar, die parallel dem Rheintal laufen. Buxtorf nimmt ja selbst auch tiefere Partien für die Tertiärbecken von Delsberg, Moutier etc. an, die sich annähernd N—S aneinander reihen. Setzt nun die Jurafaltung vermittelst SO—NW-Schubs ein, also schief dazu, so wäre sehr wohl denkbar, daß an Stellen, wo Höhenmaxima waren, der innere, schon relativ höher gelegene Doggerkern aufgepreßt wurde und dessen Andrängen Fächergewölbe schuf. Wo aber Höhenminima existierten, konnte sich der Druck nur in vielen sekundären Gewölben auslösen, z. B. in den Gorgen äußern, weil die älteren, nun noch mehr prononzierten Höhen Widerstände darstellten. Wie zwischen den früheren Höhen und Tiefen, so liegt zwischen den neuen ein Übergangsgebiet, gekennzeichnet durch die Auswechslung der Doggersättel und das Loslösen der Kimmeridgegewölbe. Meiner Ansicht nach entsprechen die heutigen Gorgen früher im Depressionsgebiet vorhanden gewesenen Höhenminima (parallel zum Rheintalgraben), und zwar befanden sich diese Minima in Partien, welche höher als die nördlich vorlagernden Tertiärbecken gelegen waren. Wenn dieser Gedankengang richtig ist, so müssen auch nach der Faltung die Gorgen Höhenminima ent-

[1] Auch früher haben einige Geologen eine ähnliche Ansicht über die Jurafaltenbildung ausgesprochen; so erwähnt u. a. Quiquerez (s. Literaturverzeichnis, lfde. Nr. 13): „Il nous parait évident que la formation du sidérolitique dans la contrée dont nous parlons, a eu lieu durant ou immédiatement après les premiers soulèvements jurassiques et que ce dépôt était depuis longtemps consilidé et plus ou moins recouvert de tertiaire, lorsque sont survenus les soulèvements de Berschwiler, de Bellerive et de Cornol, soit le dernier exhaussement de la Chaîne du Mont Terrible. Mais c'est aussi avant ce dernier soulèvement, que de grands courants ont amené du nord-ouest au sud-est ces amas de galets, de formation cristalline à travers la plaine séparant les Vosges du Jura et les ont précipités dans la Vallée de Délémont en passant dans la direction du Col des Rangiers nécessairement plus bas alors. Ce sont là des faits qui montrent d'une manière irréfragable les travaux des minières depuis Délémont à Montavon et surtout à Develier."

sprechen, was man in der Tat an der Hand von Rolliers Karte und meinen Beobachtungen nachweisen kann.

Rekonstruiert man nämlich die heutigen Doggergewölbe in dem Sinne, daß man die mutmaßlichen einstigen höchsten Punkte der Dalle nacrée aufsucht, so sieht man die Achsen der Doggergewölbe sich beiderseitig nach den Gorgen niederneigen. Dies zeigt am besten die folgende Tabelle:

Velleratkette (bis Saulcy):

Saulcy 1020 m,
Le gros Pré des Perches (unter Oxford) 910 m,
Les Melnats 795 m.
Gorges d'Undervelier:
La Jacotterie 785 m,
Le Frenois 975 m,
La Chenal 680 m,
Met. Château 975 m,
Mont dessus 1080 m,
Forêt des vieux Ponts 1150 m,
Choindez Sur Mont Chemins 700 m.

Montagne de Moutier Raimeux:

Rebevelier 1000 m,
Le Mont (Pichoux) 850 m,
Pichoux 750 m,
Le Voutier (Pichoux) 850 m,
Sur Mont dedos 950 m,
Prés derrière 1020 m,
Cerneux Romi 1250 m,
Tramont 1225 m,
Chez gros Isaac 1190 m,
Roche 750 m,
Le Mechal 950 m,
Sous Raimeux 1150 m.

Wie deutlich zu ersehen, finden wir in den Gorgen die Höhenminima. Weiter ist folgende Eigentümlichkeit in den beiden Ketten zu konstatieren. Berechnet man das Verhältnis von Faltenbreite und Doggergewölbebreite für die Gorgen und für die höchsten Punkte der Gewölbe, so finden wir, daß diese Zahlen in beiden Fällen übereinstimmen. Wir erhalten die nachstehenden, soweit wie möglich berechneten Zahlen:

Kette von Vellerat:	Breite ganzer Gewölbe	Breite Doggergewölbe	Verhältniszahl
Saulcy 1020 m	1,8 km	0,8 km	0,44
Forges d'Undervelier 785 m .	1,9 km	0,8 km	0,42
Le Frenois 975 m	2,0 km	0,6 km	0,30
Forêt des vieux Ponts 1150 m	1,9 km	1,1 km	0,57
Choindez 700 m	1,7 km	0,8 km	0,47
Kette von Moutier:			
Rebevilier 1000 m	2,0 km	0,4 km	0,20
Pichoux 750 m	2,0 km	0,5 km	0,25
Prés derrière 1020 m . . .	1,8 km	0,6 km	0,30
Cerneux Romi 1250 m . . .	2,25 km	1,2 km	0,53
Roche 750 m	2,25 km	1,4 km	0,62

Wenn nun aber die Breite der Doggersättel an den höchsten und niedrigsten Punkten übereinstimmt und das Doggergewölbe im ersten Falle sich als einfacher Faltenwurf, im andern dagegen in zwei- oder dreifacher Faltung dartut, so können wir daraus schließen, daß der Faltendruck im ersten Falle anders gewirkt hat als im letzteren. Im ersten Falle wurde der Doggerkern hochgepreßt, im letzteren dagegen löste sich der Druck in mehrfacher Gewölbebildung auf. Diese Erscheinungen harmonieren demnach vollkommen mit der früher erläuterten Auffassung des Gebirgsbaues in den Ketten von Vellerat und Moutier.

Es wäre nun natürlich wünschenswert, die andern Klusen in gleicher Weise genauer zu studieren. Da die geologischen Karten zum Teil fehlen, konnte ich diese Erscheinungen nur für das zum Teil von mir kartierte Gebiet feststellen. Wenn, wie wir gesehen haben, die Gorgen wirklich ehemalige Höhenminima darstellen, so war der Weg den Wässern vorgeschrieben. Sie haben ihn eingeschlagen und die Klusen in ihrer heutigen Form geschaffen.

Die Erosion wurde jedenfalls erleichtert durch schluchtartige, primäre Spalten und Risse an denjenigen Stellen, wo die Schichten plötzlich in scharfem Knick umbiegen.

In welcher Reihenfolge nun die einzelnen Gewölbe durchbrochen worden sind, ist natürlich jetzt schwerlich mehr nachzuweisen, da alle Anhaltspunkte über die Mächtigkeit des Tertiärs fehlen. In allen Fällen waren die Klusen von Choindez, Roche, Forges d'Undervelier, da wo wir die Doggergewölbe heute nachweisen können, sicher Höhenminima. Hier sammelten sich die Wasser an und schufen sich einen Weg nach dem Tertiärbecken von Delsberg. Weiter sehen wir, daß die vorlagernden Klusen (Malmgewölbe) jedesmal mittels steiler Kimmeridgemulden mit den vorhergehenden Gewölben verbunden sind. Da wo heute die Birs und die Sorne fließen, sind die niedrigsten Stellen dieser Mulden, d. h. beiderseitig dieser Flüsse steigt die Mulde an, um sich später zu verlieren. Es ist nicht zu verwundern, daß nun auch bald die Erosionswässer der vorlagernden Malmgewölbe angezapft wurden und auch nach Norden abflossen. So kamen auch die Klusen von Moutier und Undervelier zustande und das Birstal bildete sich in seiner heutigen Beschaffenheit heraus[1].

Endlich lassen sich noch einige Betrachtungen über das Alter der Jurafaltung anknüpfen. Am Schlusse des stratigraphischen Teils machte ich auf merkwürdige Gerölle aufmerksam. Am Eingang des Dorfes Berlincourt (Gorges d'Undervelier), ungefähr 30 m oberhalb des heutigen Sorne-Niveaus, liegen in Spalten des Kimmeridge (15° N) typische Vogesengerölle (Quarzit, Granit, Porphyr, weniger Kalkgerölle) in Lehm eingebettet. Auf den höchsten Kämmen der Ketten von Vellerat und Moutier, und zwar auf Rauracien und Oxford, fand ich ebenfalls im Lehm Quarz- und Sandsteingerölle, welche große Ähnlichkeit mit denen von Berlincourt aufweisen und auch sicher aus den Vogesen stammen. Greppin und Rollier beschreiben Vogesengerölle aus den Dinotheriensanden von Bois de Raube, Rosse Maison und Mont Chaibeux), aber stets mit vielen Jura- und Tertiärgeröllen gemengt. An einzelnen Stellen wiegen die Vogesen-, an anderen die Kalkgerölle vor. Ferner fand Rollier auf den Jurakämmen von Caquerelle und auf dem Rauracienkamm von La Saigne dessous Quarzite. Seiner Meinung nach gehören diese als gleichartige Bildungen zu dem Komplex der Dinotheriensande im Becken von Delémont und würden demgemäß Obermiozän oder Unterpliozän sein. Diese hochgelegenen Schotter seien Reste von Tertiärablagerungen, die früher auf den Falten

[1] S. auch Literaturverzeichnis, lfde. Nr. 4.

vorhanden waren. Wir hätten eine Art Vogesennagelfluh gehabt, die ganz zu Lehm umgewandelt wäre und in der eben nur die unverwitterbaren Quarzite und Sandsteine übrig geblieben wären.

Ob die von mir gefundenen Gerölle der Kämme und die von Berlincourt beide oder nur ein Teil dem jüngeren Tertiär angehören, oder ob dieselben jüngeren Datums sind, vielleicht dem älteren Deckenschotter entsprechen, kann ich bis jetzt nicht entscheiden. Wenn dies aber der Fall ist, so fand die Jurafaltung erst im älteren Diluvium statt.

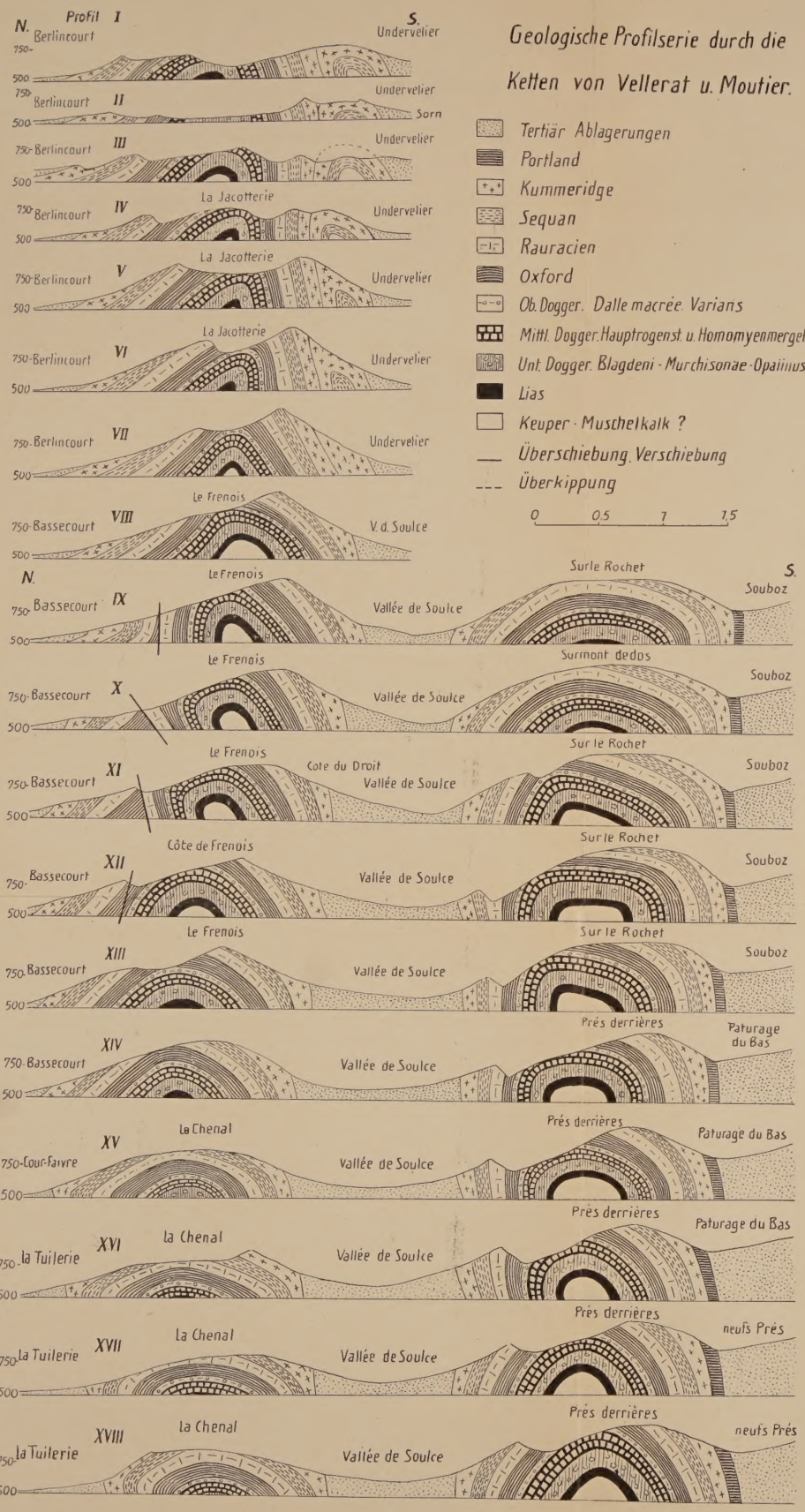
Mag die Jurafaltung altdiluvial oder pliozän sein, immer bleibt die Frage noch bestehen: wie kommen diese Gerölle auf Rauracien bzw. Oxford zu liegen? Nach allgemeiner Ansicht lagerte das Tertiär in diesem Abschnitte des Juragebirges immer auf Kimmeridge oder Portlandien. Außerdem müßten wir bei normalen Verhältnissen unter der Nagelfluh hier das Alttertiär mit seinem Bolus und den Süßwasserkalken, darüber die marinen Glieder der mittleren Gruppe erwarten. Das fehlt aber alles auf den Kämmen vollständig. Die bisher gültige Ansicht ist, daß Erosion die Tertiärdecke der Kämme weggenommen und sogar die Gewölbe bis auf die Doggerkerne zerstört hätte. Das ist ja auch Rolliers Annahme. Dann ist freilich sehr verwunderlich, daß die mächtigen Serien verschwunden sind, der Lehm und die Gerölle sich aber dort oben gehalten haben. Es ist ferner gar nicht zu begreifen, warum die Gerölle auf Rauracien und Oxford liegen. Der Gedanke, sie seien vom Kimmeridge auf diese Schichten herabgerollt oder heruntergewaschen, hat sich deshalb als unhaltbar erwiesen, weil gelegentlich das Rauracien (z. B. bei Soulce) eine höhere Lage besitzt als das Kimmeridge. Ferner hatte ich daran gedacht, ob diese Reste nicht glaciale Relikte sein. Auch das geht nicht, weil alpines Material fehlt. Ich komme eher zu der Annahme, daß vor der Faltung und vor der Ablagerung der Gerölle eine starke Erosion stattgefunden hat, welche im Gebiet der heutigen Falten bis aufs Rauracien herabging. Im Zusammenhang mit der vorher entwickelten Auffassung, daß im Depressionsgebiet südlich des Rheintalgrabens Sättel und Mulden vorhanden waren, ist die Möglichkeit gegeben, daß während des älteren Tertiärs Abtragung der Sättel stattgefunden hat. Das Material dieser Abtragung sammelte sich in den vorhandenen, sehr flachen Mulden. Wir finden dieses Material zum Teil als Bolus, Gompholith und ähnlichen Ablagerungen. Die Mulden wurden schließlich aufgefüllt und die terrigenen Dinotheriensande und Vogesen-

gerölle als allgemeine Decke abgesetzt. Dann trat die Faltung von Südosten her, also in anderer Richtung, ein. Die Doggergewölbe brachen an den Punkten durch, wo sie schon vorher relativ hoch lagen, und die wahrscheinlich zum Teil schon durch Erosion angeschnittenen, daher für den combeartigen Aufbruch disponierten Malmschenkel glitten an ihnen herunter. An den niedrigsten Punkten bildeten sich unter der intakten, daher belastenden Malmdecke Mulden und die sekundären Gewölbe des Doggers in den Klusen, und wir erhalten zum Teil die Konfiguration der heutigen Juralandschaft.

Sind aber die Gerölle jünger als Dinotheriensand, dann haben wir eine fluviatile Erosion vor der Hauptfaltung anzunehmen. Es können die Gerölle dabei sowohl neu zugeführt als auch aus den zerstörten Dinotheriensanden ausgewaschen sein. Ihre Verteilung auf den Kämmen würde das alte Flußsystem einigermaßen erkennen lassen. Auch diese Betrachtung würde wieder eine ältere Zerschneidung der Malmplatte ergeben und damit die eben gemachten weiteren Folgerungen, freilich mit dem Unterschiede, daß die Faltung noch jünger würde.

Wir werden mit mehr Sicherheit an der Richtigkeit der vorhergehenden Erklärungen festhalten können, wenn ein genaueres Studium des Tertiärs sowohl stratigraphisch wie tektonisch stattgefunden hat.

Geologische Profilserie durch die Ketten von Vellerat u. Moutier.



Tertiär Ablagerungen
Portland
Kummeridge
Sequan
Rauracien
Oxford
Ob. Dogger. Dalle macrée. Varians
Mittl. Dogger. Hauptrogenst. u. Homomyenmergel.
Unt. Dogger. Blagdeni - Murchisonae - Opalinuston
Lias
Keuper - Muschelkalk ?
Überschiebung. Verschiebung
Überkippung

0 0.5 1 1.5